

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**  
**«Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**«Институт химии и биологии»**

**«Кафедра биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ З.И. Боготова**

**Директор института  
\_\_\_\_\_ Р. Ч. Бажева**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Генетика микроорганизмов»**  
(код и наименование дисциплины)

Направление подготовки  
**06.03.01 Биология**  
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки  
**«Генетика»**  
(наименование профиля, специализации, магистерской программы)

Квалификация (степень) выпускника  
**БАКАЛАВР**

Форма обучения  
**заочная**

Нальчик, 2024 г

Рабочая программа дисциплины «Генетика микроорганизмов» /сост. Т.Х. Хандохов –  
Нальчик: КБГУ, 2024. - 29 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Генетика микроорганизмов» вариативной части Б1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология на 2 курсе.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 – Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «7» августа 2020 г. № 920.

Составитель \_\_\_\_\_ Т.Х. Хандохов  
(подпись)

## Содержание

стр.

1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	
2	Место дисциплины в структуре ООП ВО.....	
3	Требования к результатам освоения .....	
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	
4.1	Содержание разделов дисциплины .....	
4.2	Практические занятия.....	
4.3	Лабораторные работы.....	
4.4	Самостоятельное изучение разделов дисциплины (семинары).....	
4.5	Курсовой проект (курсовая работа).....	
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	
7.1	Основная литература.....	
7.2	Дополнительная литература.....	
7.3	Периодические издания.....	
7.4	Интернет-ресурсы.....	
7.5	Методические указания к лабораторным занятиям .....	
7.6	Методические указания к практическим занятиям .....	
7.7	Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.....	
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля).....	
10.	Приложения.....	

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: Изучение основ генетики микроорганизмов – формирование научного мировоззрения о роли и значении микроорганизмов в различных экологических и биологических процессах, основах и принципах использования их в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, процессах переработки и хранения пищевых продуктов и т.д..

Задачи:

- пробудить интерес к микробиологии и биотехнологии;
- сформировать у студентов комплекс научных знаний по современной микробиологии, вирусологии;
- ознакомить с основами общей, медицинской, промышленной и сельскохозяйственной микробиологии и микробиологии пищевых производств;
- сформировать у студентов основные санитарно-микробиологические аспекты производства, переработки и хранения пищевых продуктов.

Генетика микроорганизмов базируется на знаниях общей микробиологии, органической, физической и коллоидной химии, биохимии. Курс тесно связан с генетикой, молекулярной биологией, цитологией, зоологией, ботаникой, эволюционной теорией и экологией.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Генетика микроорганизмов относится к естественнонаучному циклу дисциплин вариативной части вариативной части Б1. Дисциплина «Генетика микроорганизмов» преподается в течение 3 семестра на 2 курсе бакалавриата студентам очной формы обучения.

На изучение курса «Генетика микроорганизмов» отводится 108 часов, из них лекционных - 17, лабораторных - 34 и для самостоятельной работы – 48 часов, заканчивается зачетом – 9 часов.

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

**ПКС – 2.3.** Владеет информацией по использованию основных типов лабораторного и полевого оборудования, методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов, навыками работы на современной оргтехнике, компьютерах и компьютерных сетях, принципами работы современной аппаратуры и оборудования, методами исследования живых систем, математическими методами обработки результатов, представлениями о современном оборудовании для молекулярно-биологических и биотехнологических лабораторий, навыками работы на оборудовании для изучения грибов и растений, навыками работы на современном оборудовании при описании анализе растений, навыками сбора проб фитопланктона, бентоса и макрофитов с использованием стандартных методик, фиксирования проб и подготовки их для камеральной обработки, навыками ведения документации полевых наблюдений, навыками проведения лабораторных исследований и экспертиз биологического материала. навыками работы с лабораторной посудой, навыками подготовки питательных сред, лабораторной посуды и инструментария для микробиологических работ.

При освоении дисциплины студент должен:

**Знать** теоретические основы микробиологии и вирусологии, ботаники, зоологии и использовать их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования; методы получения и область использования микроорганизмов в медицине, промышленности и сельском хозяйстве; традиционные и новые методы выявления и идентификации микроорганизмов.

**Уметь** проводить микробиологическое исследование различных субстратов; интерпретировать результаты проводимых исследований по микробиологическим показателям.

**Владеть** современными методами получения и идентификации чистых культур микроорганизмов.

#### 4 Содержание и структура дисциплины (модуля)

##### 4.1 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Основные задачи. Этапы развития микробиологии.	Микробиология, как наука. Основные этапы развития.	ДЗ
2	Значение микроорганизмов в природе и жизни человека	Микроорганизмы важнейший фактор в круговороте веществ, почвообразовательных процессах, очистки окружающей среды от техногенных отходов. Источник получения многих биологически активных веществ и продуктов питания.	Р
3	Систематика и морфология микроорганизмов	Систематика, классификация, таксономия, идентификация и номенклатура микроорганизмов. Морфологические, тинкториальные, культуральные, биохимические, антигенные и физиологические особенности микроорганизмов.	Т
4	Морфология бактериальной клетки	морфология бактерий	К
5	Строение бактериальной клетки	Органоиды бактериальной клетки, особенности клеточной стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий. L- формы бактерий. Поверхностные структуры бактерий.	Т
6	Морфологическая характеристика грибов, актиномицетов и простейших	Отличительные особенности строения грибов, актиномицетов и простейших.	Р
7	Строение, формы, химический состав вирусов и фагов	Особенности строения, размножения, жизнедеятельности вирусов как представителей неклеточной формы жизни.	Т
8	Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы	Действие факторов химической природы. Нейтрофилы, ацидофилы, алкалофилы. Действие факторов физической природы. Мезофилы, психрофилы, термофилы. Баротолерантные и пьезофильные бактерии.	Р

9	Питание микроорганизмов и закономерности микробного роста.	ауксотрофные и прототрофные микроорганизмы. Автотрофы, гетеротрофы. Аэробы, анаэробы.	Т
10	Культивирование микроорганизмов в лабораторных условиях	Натуральные, синтетические и полусинтетические среды для культивирования микроорганизмов. Элективные среды и дифференциально-диагностические среды для идентификация микроорганизмов.	Р
11	Превращение микроорганизмами безазотистых веществ. Анаэробное разложение (брожение) безазотистых веществ.	Спиртовое брожение. Молочнокислое брожение. Пропионовокислое брожение. Маслянокислое брожение. Ацетонобутиловое брожение.	Т
12	Аэробное разложение	Окисление этилового спирта в уксусную кислоту. Окисление углеводов до лимонной кислоты. Окисление жиров и жирных кислот. Разложение целлюлазы (клетчатки), гемицеллюлозы (полуклетчатки), лигнина и пектина. Окисление углеводов.	ДЗ
13	Трансформация азотсодержащих веществ	Микробиологическая фиксация молекулярного азота. Аммонификация (гниение, распад азотистых органических веществ). Нитрификация. Денитрификация.	Т
14	Хемотротрофы.	Превращение соединений фосфора, серы и железа.	Т
15	Синтез микроорганизмами белка и биологически активных веществ	Глутаминовая кислота, лизин, метионин, триптофан. Синтез ферментных препаратов.	Т
16	Микроорганизмы в промышленности и сельском хозяйстве.	Биотехнологическое использование микроорганизмов. Получение биологически активных веществ и микробной массы. Использование препаратов микробного происхождения в сельском хозяйстве.	Р
17	Санитарно-микробиологические аспекты производства продуктов питания.	Микробиология пищевых продуктов растительного происхождения. Микробиологические критерии безопасности сырья, полупродуктов и готовых изделий	Т

#### 4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов
	Всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>51</b>
<i>Лекции (Л)</i>	17
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	

Вид работы	Трудоемкость, часов
	Всего
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	48
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.).	48
Подготовка и сдача зачета	9
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен)</b>	зачет

## ЛЕКЦИИ

### Тематический план лекций по курсу «Микробиология»

№ п/п	Тема	Литература
1.	Введение. Основные задачи. Этапы развития микробиологии. Значение микроорганизмов в природе и жизни человека. – 3 ч.	1. Гусев М.В. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов/М.В. Гусев, Л.А. Минеева. - 4-е изд., стер. - М.: Изд-кий центр "Академия", 2003. - 464 с. 2. Воробьев А.В., Быков А.С., Пашков Е.П., Рыбакова А.М. Микробиология: Учебник.- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: "Медицина", 2003. - 336 с. 3. Колешко О.И., Завезенова Т.В. Микробиология с основами вирусологии: Учебник – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1999.- 452с. 4. Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология: учебник для мед. Вузов / А.И. Коротяев, С.А. Бабичев. – СПб.: СпецЛит, 2008. – 4-е изд., испр. и доп. – 767 с. 5. Лысак В.В. Микробиология: Учеб. пособие/ В.В. Лысак.- Минск: БГУ-426 с.
2.	Систематика и морфология микроорганизмов. Морфология бактериальной клетки. Строение бактериальной клетки. – 2 ч.	
3.	Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы. Питание микроорганизмов и закономерности микробного роста. Культивирование микроорганизмов в лабораторных условиях. – 2 ч.	
4.	Организация генетического аппарата бактерий и репликация хромосомы.. – 2 ч.	
5.	Генетика микроорганизмов. Рекомбинация у бактерий. Трансформация. Трансдукция. Конъюгация.	
6.	Плазмиды. Мигрирующие генетические элементы (МГЭ)	
	Изменчивость микроорганизмов.	
7.	Микроорганизмы в промышленности и сельском хозяйстве. – 2 ч.	
8.	Санитарно-микробиологические аспекты производства продуктов питания. – 2 ч.	

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	4
1	Устройство микробиологической лаборатории и правила работы в ней.	2
2	Составление сред и культивирование микроорганизмов. Методы стерилизации.	2
3	Методы микроскопического исследования микроорганизмов	2

4	Морфология бактериальных клеток	2
5	Морфология цианобактерий и микроводорослей	2
6	Морфология грибов. Принципы классификации и методы изучения их морфологии.	2
7	Морфология и принципы классификации простейших	2
8	Морфология вирусов. Принципы классификации и методы изучения морфологии вирусов.	2
9	Методы количественного учета микроорганизмов.	2
10	Методы дифференцированной окраски клеток бактерий.	2
11	Анализ микрофлоры воздуха, воды и почвы.	2
12	Превращение безазотистых органических веществ под влиянием микроорганизмов.	2
13	Микробиологические процессы превращения азотистых веществ.	2
14	Фитопатогенные микроорганизмы	2
15	Полезные микроорганизмы	2
16	Экофизиология бактерий. Влияние факторов среды на микроорганизмы	2
17	Молекулярно-генетические методы идентификации микроорганизмов	2
	<b>Итого</b>	<b>34</b>

#### 4.4 Практические занятия

#### 4.5 Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрены

#### 4.6 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Введение. Основные задачи. Этапы развития микробиологии.	4
2	Значение микроорганизмов в природе и жизни человека	6
3	Систематика и морфология микроорганизмов. Морфология бактериальной клетки. Строение бактериальной клетки.	10
4	Морфологическая характеристика грибов, актиномицетов и простейших. Строение, формы, химический состав вирусов и фагов.	10
5	Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы. Питание микроорганизмов и закономерности микробного роста. Культивирование микроорганизмов в лабораторных условиях.	10
8	Хемотробы.	2
9	Синтез микроорганизмами белка и биологически активных веществ.	6
	<b>Итого</b>	<b>48</b>

### 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

**5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции



обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Биохимия и молекулярная биология» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, эссе, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

## **5.2 Фонды контрольных работ.**

### **Оценочные материалы коллоквиума ( типовые задания) (контролируемые компетенции ПКС – 2.3):**

#### **Вопросы на коллоквиум**

##### **1 рейтинговая контрольная точка**

1. Роль микроорганизмов в круговороте веществ.
2. Строение, форма, размер клеток бактерий. Размножение и спорообразование.
3. Признаки определения семейства, рода и вида бактерий.
4. Вирусы и бактериофаги.
5. Строение и размножение плесневых грибов.
6. Морфологические признаки и систематика дрожжей.
7. Физиология микроорганизмов. Обмен веществ.
8. Химический состав микробов.
9. Биологическая сущность процессов питания и дыхания микробов.
10. Изменение веществ, поступающих в клетку из питательной среды. Явление тургора и плазмолиза.
11. Сапрофиты и паразиты. Симбиоз и метабиоз.
12. Сущность аэробного питания (приведите химические суммарные уравнения).
13. Сущность анаэробного питания (приведите химические суммарные уравнения).
14. Ферменты и их характерные признаки.
15. Биохимические реакции, катализируемые ферментами разных групп. Влияние температуры, pH среды на активность ферментов.
16. Влияние факторов внешней среды на развитие микроорганизмов. Осмофилы и галофилы, психрофилы, мезофилы и термофилы (характеристика).
17. Сущность и практическое значение методов обработки: пастеризация и стерилизация; свет, радиоактивное излучение; ультразвук; антибиотики и фитонциды.

##### **2 рейтинговая контрольная точка**

1. Важнейшие биохимические процессы, вызываемые микроорганизмами, и их промышленное использование.
2. Распространение микроорганизмов в природе.
3. Микробиология основных продовольственных и непродовольственных товаров.

4. Количественное определение бактерий группы coli при санитарной оценке пищевых продуктов и санитарного состояния торговых предприятий.
5. Коли-титр и коли-индекс. Методы их определения.
6. Направленные изменения наследственных свойств микроорганизмов.
7. Особенности и свойства патогенных микробов. Микробные токсины.
8. «Инфекция». Её источники и пути распространения. Условия возникновения и развития инфекционных заболеваний.
9. Пищевые заболевания, являющиеся общими для животных и человека. Инкубационный период болезни. Иммуитет.
10. Бациллоносительство. Роль вакцин и сывороток в профилактике и лечении инфекционных заболеваний.
11. Токсикоинфекции. Отличительные признаки пищевых инфекций от пищевых отравлений микробной природы. Интоксикация стафилококковой и грибковой природы.
12. Ботулизм.
13. Характеристика наиболее часто встречающихся пищевых инфекций. Возможные источники инфицирования продуктов возбудителями пищевых заболеваний.
14. Профилактические мероприятия для предупреждения пищевых заболеваний.

### **3 рейтинговая контрольная точка**

1. Суммарное уравнение спиртового брожения. Какие микроорганизмы его вызывают. Сивушные масла.
2. Суммарное уравнение молочнокислого брожения. Отличие нетипичного молочнокислого брожения от типичного.
3. Суммарное уравнение пропионово-кислого брожения. Какие микроорганизмы его вызывают?
4. Суммарное уравнение масляно-кислого брожения. Какие микроорганизмы его вызывают?
5. Уксусно-кислое брожение и микроорганизмы его вызывающие.
6. Лимонно-кислое брожение и микроорганизмы его вызывающие.
7. Сущность и химизм процесса разрушения жиров микроорганизмами. Какие из микроорганизмов наиболее активно разрушают жиры?
8. Приведите схему распада белка под влиянием микробов в аэробных и анаэробных условиях.
9. Дайте характеристику наиболее распространенных гнилостных бактерий.
10. Факторы, определяющие количественный и качественный состав микрофлоры воздуха. Способы дезинфекции и очистки воздуха помещений от микробов.
11. Микрофлора почвы. Качество продуктов загрязненных почвой.
12. Количественный и качественный состав микрофлоры природных вод, факторы его определяющие.
13. Санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к питьевой воде и воде, используемой в пищевой промышленности. Способы очистки и дезинфекции питьевой воды.
14. Очистка сточных вод. Процесс самоочистки водоемов. Санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к водоснабжению и канализации.

15. Микрофлора тела здорового человека. Состав микрофлоры различных органов тела человека. Поддержание чистоты рук и тела человека в профилактике распространения микроорганизмов-возбудителей заболеваний.
16. Микрофлора плодов и овощей.
17. Роль микробов при квашении (солении и мочении) плодов и овощей.
18. Обсеменение микроорганизмов поверхности мяса. Бактериоскопическое исследование мяса.
19. Микрофлора колбасных изделий и факторы её определяющие.
20. Микрофлора рыбы.
21. Микрофлора молока. Бактерицидная фаза молока. Заболевания, распространяющиеся через молоко.
22. Состав заквасок для простокваши, кефира, ацидофилина.
23. Остаточная микрофлора баночных консервов.
24. Гельминтозы. Пути распространения и меры профилактики.
25. Микроорганизмы и коррозия металлов.
26. Микрофлора кожи и тканей.
27. Микрофлора древесины, бумаги.
28. Структура санитарной службы РФ.

В течение курса проводится 3 коллоквиума (каждый коллоквиум оценивается на 8 - баллов).

#### **Критерии оценивания:**

##### **8 баллов ставится, если:**

1. полно раскрыто содержание материала;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;

##### **7 баллов ставится, если:**

1. В ответе допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

##### **6 баллов ставится, если:**

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;

##### **5 баллов ставится, если:**

ответ удовлетворяет в основном требованиям на «5б.», но при этом имеет один из недостатков:

1. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
2. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

##### **4 балла ставится, если:**

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

**3 балла ставится, если:**

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;

**1-2 балла ставится, если:**

1. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

**0 баллов ставится, если:**

1. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

2. не сформированы компетенции, умения и навыки.

### **5.3. Вопросы выносимые на зачет (контролируемые компетенции ПКС – 2.3).**

#### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Предмет и задачи микробиологии.
2. Типы питания микроорганизмов в зависимости от источника энергии и углерода.
3. Основные этапы развития микробиологии.
4. Определение понятия «биотехнология». Сравнение с животноводством и растениеводством.
5. Общая характеристика микроорганизмов: общие свойства, размеры и распространение.
6. Какие виды биохимической деятельности используются в биотехнологии?
7. Сравнительные характеристики строения клеток прокариотов и эукариотов.
8. Преимущества биотехнологических процессов в сравнении с химико-технологическими.
9. Архебактерии - третий тип клеточной организации микроорганизмов.
10. В каких отраслях народного хозяйства используются биотехнологические процессы?
11. Простейшие. Цитология. Морфология. Классификация.
12. Биотехнологические продукты для медицины.
13. Микроводоросли. Морфология и цитология. Классификация.
14. Биотехнология и пищевые продукты.
15. Грибы. Распространение в природе. Экологическая роль грибов. Морфология и цитология грибов.
16. Биотехнологические продукты для животноводства.
17. Классификация грибов. Представители и их практическое значение.
18. Биотехнологические продукты для растениеводства.
19. Дрожжи. Морфология дрожжей. Размножение. Распространение в природе. Представители и их практическое использование.
20. Биотехнология для энергетики.
21. Строение клетки эукариотов.
22. Типовая блок-схема биотехнологических производств.
23. Строение клетки прокариотов.
24. Блок-схема биотехнологической очистки почв от нефтяных загрязнений.
25. Бактерии. Морфология, спорообразование и размножение. Способы движения.

26. Блок-схема производства биогаза.
27. Бактерии. Строение клеточной стенки.
28. Блок-схема производства спирта.
29. Грамположительные и грамотрицательные бактерии.
30. Блок-схема производства кормового лизина.
31. Классификация бактерий. Таксономические признаки. Представители и их практическое использование.
32. Блок-схема производства живой вакцины.
33. Вирусы. Морфология. Химическое строение. Методы культивирования. Практическое значение.
34. Блок-схема производства антибиотика.
35. Бактериофаги. Морфология. Химическое строение.
36. Блок-схема производства пекарских дрожжей.
37. Влияние внешних условий на рост и развитие микроорганизмов. Влияние физических факторов.
38. Блок-схема производства вина.
39. Влияние химических факторов внешней среды на микроорганизмы.
40. Процессы биокатализа и биотрансформации. Понятие об иммобилизованных ферментах и клетках.
41. Влияние биологических факторов внешней среды на микроорганизмы. Конкуренция и кооперация (антагонизм, симбиоз, метабиоз).
42. Классификация питательных сред по составу и по назначению.
43. Химический состав клеток микроорганизмов.
44. Процессы катаболизма и анаболизма. Энергетический и конструктивный метаболизм.
45. Генетический аппарат эукариот.
46. Физиологические группы прокариот. Фототрофы, хемотрофы. Ауксотрофы, прототрофы.
47. Генетический аппарат прокариот.
48. Ферменты микроорганизмов. Химическое строение и роль ферментов.
49. Потребности микроорганизмов в питательных веществах.
50. Метаболизм микроорганизмов. Энергетический и конструктивный обмен.

Критериями оценки ответа студента на устном зачете для преподавателя выступают:

1. Правильность ответов на вопросы (верное, четкое и достаточно глубокое изложение идей, понятий, фактов);
2. Полнота и лаконичность ответа;
3. Степень использования и понимания научных источников;
4. Умение связывать теорию с практикой;
5. Логика и аргументированность изложения материала;
6. Грамотное комментирование, приведение примеров, аналогий;
7. Культура речи.

**Оценивание студента при итоговой аттестации, в процессе формирования компетенций ПКС – 2.3**

**Оценка «зачет» ставится, если:**

– ответы отличаются глубоким знанием учебного материала, свидетельствуют о способности самостоятельно находить причинно-следственные зависимости и связь с практикой; в от-

ветах прослеживаются нормы литературной речи, используются термины и понятия профессионального языка;

**Оценка «незачет» ставится, если:**

– ответы свидетельствуют о значительном незнании учебного материала, студент не может без помощи педагога найти в нем причинно-следственные связи, дает неверные, содержащие фактические ошибки ответы на вопросы; наблюдается нарушение норм литературной речи, не используются термины и понятия профессионального языка.

**6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

**Методика проведения контрольных мероприятий**

Цель данных методических указаний активизировать процесс усвоения учебного материала по «Микробиологии», выработать четкость изложения знаний, умение актуализировать, обобщить, проводить сравнения и умозаключения.

Освоения учебного материала осуществляется в трех направлениях:

- аудиторные занятия;
- самостоятельная работа;
- контрольные работы, коллоквиумы, зачеты, экзамены.

План самостоятельной работы:

- определить сущность вопроса;
- выделить главные положения;
- проанализировать лекционный конспект, основную и дополнительную литературу по данному вопросу;
- проанализировать иллюстративный учебный материал рисунки, схемы, графики;
- обобщить, и законспектировать полученный материал;
- составить словарь терминов по теме.

Форма отчетности - оформление реферата.

Работа над рефератом.

Реферат – краткое изложение в письменной форме или в форме публичного доклада содержания научных трудов, периодической литературы по определенной теме.

Цель написания – научиться самостоятельно отбирать, анализировать и обобщить материал, выявить общие закономерности биологических процессов.

Для написания реферата необходимо:

- выбрать тему;
- используя список рекомендуемой литературы;
- подобрать необходимые источники (монографии, сборники, периодику);
- составить план реферата;
- сделать литературный обзор материала и написать конспект;
- проиллюстрировать работу схемами, таблицами, графиками;
- сделать выводы, выразив свое отношение к изученной проблеме;
- оформить реферат согласно требованиям ГОСТа;
- учитывая замечания преподавателя, внести исправления;
- представить прорецензированную работу к защите и сдать преподавателю.

Работа с литературными источниками.

1. Ознакомиться с имеющимися в библиотеке систематическими, алфавитными, предметными каталогами.
2. В первую очередь изучить педагогическую, методическую, научную, периодическую литературу, содержащую теоретические основы проблемы. Затем познакомиться с литературными источниками, раскрывающими более узкие и частные вопросы.
3. Детально проработать публикации (если таковые есть) преподавателей кафедры посвященной данной теме.

4. Составить собственную библиографическую картотеку.  
Работа при подготовке к коллоквиуму, зачету, экзамену.
1. Внимательно прочитать вопрос.
2. Составить план и при необходимости конспект вопроса.
3. Вспомнить основные термины, понятия, закономерности и законы по теме.
4. Найти соответствующие наглядные пособия (таблицы, схемы, микро- и макропрепараты и т. д., имеющиеся в учебном кабинете.
5. Подтвердить ответ схематическими рисунками и примерами.

## **7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Воробьев А.В., Быков А.С., Пашков Е.П., Рыбакова А.М. Микробиология: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: "Медицина", 2003. - 336 с.
2. Гусев М.В. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов/М.В. Гусев, Л.А. Минеева. - 4-е изд., стер. - М.: Изд-кий центр "Академия", 2003. - 464 с.
3. Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология: учебник для медицинских вузов. Изд-во СпецЛит. 2010. 772 с. ЭБС «КнигаФонд»
4. Лысак В.В. Микробиология: Учеб. пособие/ В.В. Лысак. - Минск: БГУ, 2007. - 426 с.
5. Микробиология, вирусология и иммунология: учебник для студентов медицинских вузов. Практическая медицина. 2010. 576 с. ЭБС «КнигаФонд»
6. Мудрецова-Висс К.А., Дедюхина В.П. Микробиология, санитария: Учебник для студентов ВУЗов. - 4 изд. испр. и доп. - М.: Изд-во Форум.-2008, 400 с.
7. Современная пищевая микробиология: Учеб. пособие/ Дж. М. Джей, М. Дж. Лесснер, Д.А. Гольден. Издательство: Бином. – 2011. – 888 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Бекер М.Е. Введение в биотехнологию. Перевод с латышского (рига), 1978.- 231 с.
2. Никитин Г.А. Биохимические основы микробиологических производств: Учеб. пособие. - 2-е изд. перераб. и доп. - К.: Виша шк., 1992. - 319 с.
3. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии. М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 608 с.
4. Производство белка на водоросле./Т.Г. Волова, Ю.Н. Окладников, Ф.Я. Сидько и др. - Новосибирск: Наука, 1981. - 150 с.
5. Стахеев И.В., Коломиец Э.И., Здор Н.А. Биотехнология малотонажного производства микробного протеина. - Мн.: Навука і тэхніка, 1991. - 264 с.

### **7.3 Интернет-ресурсы**

1. <http://www.bionet.nsc.ru/> Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН
2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> База данных Pubmed статей в биологических журналах
3. <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome> База биологических данных Департамента с.х. США
4. <http://molbiol.ru> Обзор NCBI с сайта molbiol
5. Электронная библиотека факультета почвоведения МГУ - <http://www.pochva.com/>
6. Электронная библиотека - <http://nehudlit.ru/>
7. Электронная библиотека - <http://ihtik.lib.ru/>

### **7.4 Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Бранцевич, Л. Г. Микробиология: Практикум / Л. Г. Бранцевич, Л. Н. Лысенко, В. В. Овод, А. В. Губник. - К: Вища школа, 1987. – 200 с.
2. Слюсаренко, Т. П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств / Т. П. Слюсаренко. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 208 с.
3. Слюсаренко, Т. П. Основы микробиологии гигиены и санитарии пивоваренного и безалкогольного производства / Т. П. Слюсаренко, Л. Р. Решетняк. – М.: Агропромиздат, 1989. – 184 с.
4. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. 4-е изд., 1993. -175 с.

#### **7.5 Методические указания к практическим занятиям.**

#### **7.6 Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.**

#### **7.7 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

#### **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№ п/п	Наименование единицы	Фирма-изготовитель, Страна-производитель	Назначение, основные характеристики
1	Центрифуга MIKRO 20	Hettich, Германия	Центрифугирование, прободготовка образцов и стандартных лабораторных приложений
2	Мини центрифуга/вортекс Combi-spin	Hettich, Германия	Центрифугирование на 2400 об/мин, с крышкой прободготовка образцов и стандартных лабораторных приложений
3	Цифровой термостат типа «Dry Block»	BIOSAN, Латвия	Поддержание постоянной температуры (25-120 °С), с алюминиевым блоком А-103
4	Роторный гомогенизатор с цифровым дисплеем Crusher M	Heidolph, Германия	Гомогенизация, 5000-26000 об/мин. В комплекте с держателем и зажимом.
5	Отсасыватель медицинский	Россия	Отсасывание
6	ПЦР-бокс	Россия	Бактерицидный проточный рециркулятор, обеспечивающий постоянное обеззараживание внутри бокса с УФ-рециркулятором, таймером, н/сталь, ударопрочное стекло
7	Система для ПЦР в реальном времени iQ5	BioRad, США	Амплификация в реальном времени, предназначенная для автоматической детекции продуктов амплификации в режиме реального времени непосредственно в пробирке
8	Источник бесперебойного питания UPS 3000 VA	APC, Россия	Обеспечение бесперебойного питания,
9	Аналитическая система БиоДок-Ит М-26Х	UVP, США	Анализ гелей, блотов, окрашенных флуоресцентными и видимыми красителями, печать, архивирование составление отчетов
10	Спектрофотометр BIOWAVE	Германия	Для определения концентрации и качества НК, концентрацию белка, спектральный диапазон- 190-1100
11	Вертикальная ячейка для	BioRad, США	Анализ коротких фрагментов нуклеиновых



	электорофореза PROTEAN II xi,		кислот и белков методом электорофореза в полиакриламидном геле
12	Ячейка для горизонталь- ного электрофореза Mini- Sub Cell GT,	BioRad, США	Анализ фрагментов нуклеиновых кислот и белков методом электорофореза в агарозном геле с УФ-прозрачной подложкой
13	Низкотемпературный вер- тикальный морозильник	Sanyo, Япония	Хранение образцов при низких температу- рах, (-86)
14	Весы аналитические,	Precisa, Швейца- рия	Взвешивание образцов, 220 г , точность 0,1 мг
15	Весы технические,	Ohaus Scout Pro, США	Взвешивание образцов, 2000 г / 0,1 г
16	Центрифуга 320R, с охла- ждением, с принадлежно- стями	UNIVERSAL, США	Центрифугирование, прободготовка образ- цов и стандартных лабораторных приложе- ний
17	Автоматический анализа- тор для выделения ДНК и РНК	iPrep Purification Instrument, Япо- ния	Для выделения ДНК, РНК, белков.
18	Система очистки воды Di- gest-Q 3	Millipore, Фран- ция	Предназначена для очистки и деионизации воды

## ФОНДОВЫЕ ЛЕКЦИИ

### Тема Морфолого–систематическая характеристика микроорганизмов

План:

1. Морфология микроорганизмов.
2. Фаги
3. Миксобактерии
4. Микобактерии
5. Риккетсии
6. Простейшие
7. Актиномицеты
8. Грибы

#### *Морфология микроорганизмов.*

К микроорганизмам относятся бактерии, простейшие, микроскопические водоросли и грибы, актиномицеты, миксобактерии, микобактерии, риккетсии. Большую часть микроорганизмов в природе составляют бактерии, морфология которых чрезвычайно разнообразна. Существует 3 основных формы бактерий: шаровидные, палочковидные и извитые.

**I. Шаровидные бактерии- кокки** (Coccus - шар) в зависимости от направления плоскости деления клетки и характера взаимного расположения клеток делятся на следующие рода: монококки, диплококки, стрептококки, тетракокки, сарцины и стафилакокки.

**Моно- или микрококки** (Micrococcus). Их клетки делятся в одной плоскости и сразу после деления обособляются, располагаясь одиночно.

**Диплококки** (Diplococcus) образуются при делении клеток в одной плоскости и располагаются попарно.

**Стрептококки** (Streptococcus) образуются при делении клеток в одной плоскости, клетки соединены в цепочки.

**Тетракокки** (Tetracoccus) возникают при делении клеток в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, клетки образуют группы по 4 особи.

**Сарцины** (Sarcina) формируются при делении клеток в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, при этом образуются пакеты из 8- 16 и более клеток.

**Стафилококки** (Staphylococcus) представлены скоплениями клеток, напоминающими виноградные гроздья. Деление клеток идет в нескольких плоскостях. Шаровидные бактерии не имеют жгутиков, не подвижны и спор не образуют. Исключение составляет **Мочевая сарцина** (Sarcina ureae).

**II. Палочковидные бактерии.** Это самая многочисленная и разнообразная группа бактерий. Палочковидные бактерии различаются по величине клеток, их расположению, очертанию концов клетки, по наличию или отсутствию жгутиков. Большинство палочковидных микроорганизмов – формы неспорообразующие, они получили название бактерий (род Bacterium). Некоторые палочковидные бактерии способны при неблагоприятных условиях формировать споры, их принято называть бациллами (род Bacillus). Спорообразование у бактерий является приспособлением к неблагоприятным внешним условиям, а не средством размножению. Бактерии и бациллы располагаются одиночно, попарно или соединяются в цепочки. Среди палочковидных бактерий встречаются как сапрофиты, так и патогенные формы.

**III. Извитые бактерии.** В зависимости от формы клетки и количества витков, извитые бактерии делят на: вибрионы, спириллы и спирохеты.

**Вибрионы** (род Vibrio) представлены короткими изогнутыми палочками в виде запятой. Клетки вибрионов изогнуты на  $\frac{1}{4}$  оборота.

**Спириллы** (род Spirillum). Клетки их изогнуты на 2-3 оборота и имеют форму латинской буквы S.

**Спирохеты** (порядок Spirochaetales) представлены очень тонкими, длинными спирально-извитыми клетками. Спирохеты - одноклеточные бактерии. Их тело состоит из осевой нити, вокруг которой спирально закручена цитоплазма, и покрыто тонкой цитоплазматической мембраной, клеточная стенка отсутствует. Размножаются поперечным делением, спор не образуют. У некоторых видов на конце тела спирохеты располагается пучок жгутиков. Отдельные виды болезнетворны для человека и животных (возбудители сифилиса - и лептоспироза). По строению спирохеты занимают промежуточное положение между бактериями и простейшими.

### **Строение бактериальной клетки**

По современным научным данным бактериальная клетка состоит из тех же морфологических и анатомических компонентов, что и клетки животных и растений: она имеет оболочку, цитоплазму, ядерный аппарат и цитоплазматические включения.

**Оболочка** клетки тонкая, придает ей определенную форму, регулирует обмен веществ, защищает клетку от воздействия внешней среды. Оболочка состоит из 3 слоев: слизистого слоя, клеточной стенки и цитоплазматической мембраны.

**Слизистый** слой – капсула защищает клетку от неблагоприятных воздействий внешней среды.

**Клеточная стенка** – однослойное образование, более плотное, чем содержимое бактериальной клетки.

**Цитоплазматическая мембрана** – тонкая блестящая пленка, плотно прилегающая к внутренней поверхности клеточной стенки.

Мембрана защищает цитоплазму и является местом интенсивной физиологической активности, обладая избирательной проницаемостью.

**Цитоплазма** – прозрачная, вязкая, однородная коллоидная смесь. По химическому составу она представляет собой сложную смесь воды, белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и др. органических соединений.

Химический состав цитоплазмы непрерывно обновляется, т.к. в ней осуществляется обмен веществ. С возрастом в цитоплазме клеток появляются различные включения (гранулеза, валютин, гликоген, капли жира), которые являются источником потенциальной энергии и расходуются при голодании клетки.

**Ядерное вещество.** У бактерий ядерное вещество представлено дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК) и белком, получившим название нуклеотидом, он не имеет типичного оформленного ядра, отграниченного мембраной от цитоплазмы. Оно не окружено мембраной. Ядерный аппарат (ДНК) рассматривается как хромосома и представляет собой нить, замкнутую в кольцо. ДНК является носителем наследственных свойств клетки и контролирует синтез белков и фактором передачи этих свойств.

### **Фаги**

Фаги (греч. Phagein – пожирать) – вирусы, поражающие бактериальные клетки. В 1917 г в Пастеровском институте Д. Эрелль установил явление лизиса бактерий. Агент, растворяющий бактерий, был им назван бактериофагом- «пожирателем бактерий», а процесс лизиса (растворения) бактериальных клеток - явлением бактериофагии. Кроме бактерий фаги обнаружены и у актиномицетов. Везде, где размножаются бактерии и актиномицеты, обнаруживают и паразитирующих в них фагов.

Большинство фагов имеет своеобразную форму и состоит из круглой головки и длинного отростка. Головка состоит из ДНК и белковой оболочки. Отросток фага имеет внутри канал, покрытый снаружи чехлом, обладающим способностью сокращаться. На конце отростка базальная пластинка с зубцами и нитями, которые служат для адсорбции фага на бактериальной клетке. Подобно другим вирусам, фаги не подвижны. В результате случайных столкновений их с клетками фаги прикрепляются (адсорбируются) к поверхности последних и через отросток вводят в клетку свою ДНК.

Различают несколько последовательных стадий размножения фагов:

1. Адсорбция (фиксация) фага поверхностью восприимчивой микробной клетки.
2. Проникновение содержимого фага (ДНК или РНК) в клетку.

3. Латентный период, когда в клетке идет интенсивное образование новых фаговых частиц, количество которых может достигать сотни и даже тысячи единиц.

4. Лизис клеточной стенки бактерии под действием фагового лизоцима и затем выход фаговых частиц наружу.

Кроме вирулентных фагов, вызывающих лизис клеток, бактерии могут заражаться недостаточно активными фагами, которые не размножаются в них и не вызывают лизиса. Такие фаги называются профагами.

Фаги широко распространены в природе. Некоторые используются в медицине и ветеринарии, для профилактики инфекционных заболеваний (дизентерия, паратиф, холера и др.).

### ***Миксобактерии.***

Особую группу микроорганизмов составляют миксобактерии, или слизистые бактерии (греч. Мухо - слизь).

В отличие от типичных бактерий миксобактерии имеют тонкую эластичную оболочку, многие миксобактерии в отличие от типичных бактерий имеют оформленное ядро. Жгутиков миксобактерии не имеют. Движение их осуществляется за счет активного сгибания тела по слизи, выделяемой клетками. Размножаются миксобактерии делением клетки путем образования перетяжки. По мере старения клетки миксобактерий укорачиваются, принимают округлую форму, переходя в микроцисты. Микроцисты покрываются общей слизистой оболочкой, превращаясь в цисты. Скопление цист образует плодовое тело. Плодовые тела имеют причудливую форму: яйцевидную (*Mycosococcus*), грибовидную (*Milittangium*), древовидную (*Chondromyces*). К образованию плодовых тел способны многие миксобактерии. Однако некоторые их не образуют. После созревания плодовых тел и цист микроцисты вновь прорастают в вегетативные палочковидные клетки. Миксобактерии распространены в почве, навозе, в илах и в разлагающихся материалах, богатым перегноем. Многие из них разрушают целлюлозу и хитин. Большинство миксобактерий – строгие аэробы, по типу питания – сапрофиты. Типичными представителями миксобактерий, образующими плодовые тела являются бактерии (*Sorangium*, *Poliangium*, *Мухосoccus*) к миксобактериям, не образующих плодовые тела относятся *Cytophaga*, *Sporocytophaga*.

### ***Микобактерии***

В морфологическом отношении микобактерии являются переходной группой от бактерий к актиномицетам. Микобактерии широко распространены в природе. Они в большом количестве населяют почву, воду, различные органические остатки, пищевые продукты. В молодой культуре микобактерии представлены палочковидными клетками, обычно искривленными. В отличие от актиномицетов микобактерии не образуют мицелия. Однако в молодой культуре клетки микобактерий способны ветвиться. Размножаются микобактерии делением клетки путем образования перегородки или перетяжки, а также почкованием. Некоторые виды микобактерий размножаются спорами. В клетке микобактерий всегда образуется несколько спор. Все микобактерии окрашиваются по Грамму положительно. Среди микобактерий много сапрофитов, но имеются и патогенные формы, поражающие человека и животных – возбудитель туберкулеза *Mycobacterium tuberculosis*, возбудитель проказы *Mycobacterium leprae*, возбудитель дифтерии *Mycobacterium diptheriae*.

### ***Риккетсии***

Риккетсии получили свое название в честь американского исследователя Х.Т. Риккетса, впервые описавшего их.

Риккетсии – своеобразные микроорганизмы, занимающие промежуточное положение между бактериями и вирусами. По своим морфологическим признакам и химическому составу риккетсии похожи на бактерии, а по физиологическим свойствам на вирусы. Все риккетсии являются облигатными внутриклеточными паразитами и не растут на искусственных питательных средах. Риккетсии бывают кокковидные, палочковидные бациллярные и нитевидные. В настоящее время насчитывается более 32 видов риккетсий. Риккетсии имеют трехслойную оболочку, цитоплазматическую мембрану, ядерное вещество и рибосомы. Спор они не образуют, грамм отрицательный. Аэробы, некоторые виды обладают подвижностью. По химическому составу

они состоят из белков, ДНК, РНК и большого количества липидов. Размножаются путем простого поперечного деления. Риккетсии являются возбудителями ряда инфекционных заболеваний человека. Самые известные из них: *Rickettsia prowaseki* - возбудитель сыпного тифа, *Chlamydia trachomatis* – возбудитель трахомы.

### ***Простейшие***

Простейшие – более высоко организованные по сравнению с бактериями одноклеточные животные. Они весьма разнообразны по величине, форме и структуре. У одних видов простейших оболочка хорошо обособленная, прочная, играет защитную роль, у других она гибкая, тонкая, является полупроницаемой мембраной, а у некоторых видов оболочка отсутствует, и их называют голыми (амеба, инфузория и др.). Все простейшие обладают способностью передвигаться при помощи жгутиков, ресничек и псевдоподий.

Цитоплазма простейших представляет собой коллоидную массу, состоящую из двух слоев: наружного, более плотного, называемого эктоплазмой, и внутреннего – эндоплазмы. В цитоплазме обнаруживаются вакуоли и различные включения (волютин, гликоген, крахмал, и др.)

У большинства простейших имеется одно или несколько ясно обособленных от цитоплазмы ядер. Размножаются простейшие делением, а также половым путем. Простейшие представлены тремя основными группами:

1.КОРНЕНОЖКИ. Типичный представитель- амеба, передвигающаяся с помощью псевдоподий.

2.ЖГУТИКОВЫЕ. Движение у них осуществляется с помощью одного или нескольких жгутиков.

3.РЕСНИЧАТЫЕ. Передвигаются при помощи ресничек. При благоприятных условиях простейшие ускоряют минерализацию органических остатков в почве и воде.

### ***Актиномицеты***

**Актиномицеты** – микроорганизмы, сочетающие свойства бактерий и плесневых грибов. Типичные представители актиномицетов имеют хорошо выраженный мицелий, представленный одной огромной сильно ветвящейся клеткой, что сближает с грибами. Отсутствие оформленного ядра отличает актиномицеты от грибов и роднит их с бактериями.

Актиномицеты, или лучистые грибы занимают промежуточное положение между бактериями и плесневыми грибами. Это одноклеточные микроорганизмы, представляющие собой тонкие ветвящиеся нити-гифы различной длины. Большинство их окрашивается по граму положительно. Гифы имеют оболочку, цитоплазму со значительным количеством включений и ядерный аппарат.

Некоторые виды актиномицетов не образуют гиф, клетки их могут быть палочковидной формы, чаще всего искривлены с небольшими боковыми выростами.

Размножения происходит обрывками мицелия, путём распада его на фрагменты - оидии, а также спорами. Споры формируются на спороносцах воздушного мицелия. Спороносцы бывают прямые, волнистые и спирально закрученные, с числом витков от 1 до 10 и более. Спираль витков может быть сжата или растянута. Располагаются спороносцы на гифах воздушного мицелия очередно, супротивно, мутовчато и пучкообразно. После созревания спор, образующихся из частиц ядерного вещества и комочков цитоплазмы, спороносец распадается, а споры высыпаются. Попадая в благоприятные условия споры актиномицетов прорастают в новый мицелий, формируя в дальнейшем колонии. Споры легко отделяются от мицелия и, попадая на питательный субстрат, быстро прорастают. Отдельные виды актиномицетов используют для получения антибиотиков (стрептомицин, хлортетрациклин и др.).

По строению клетки актиномицеты сходны с бактериями, а по характеру размножения и прорастания - с низшими грибами.

Актиномицеты широко распространены в различных почвах, в воде, навозе и других субстратах. Им принадлежит большая роль в почвообразовании: они усиливают разложение органических веществ в почве и участвуют в создании гумуса. Многие виды актиномицетов образуют пигменты – красный, чёрный, бурый и другие роль которых пока неизвестна. Многие актиномицеты являются продуцентами антибиотиков, витаминов, ауксинов.

## **Грибы**

Грибы – обширная и разнообразная группа растительных гетеротрофных организмов, лишенных хлорофилла. Гетеротрофный тип питания обуславливает их активное участие в разложении растительных и животных остатков, благодаря чему они играют важную роль в образовании органических и гумусных веществ в почве.

Грибы, как правило, аэробы, поэтому развиваются обычно на поверхности субстрата. Они устойчивы к высушиванию, но для развития предпочитают влажную среду. Тело большинства грибов состоит из тонких нитей – гиф, сплетающихся в мицелий (грибницу). Грибы, у которых гифы разделены перегородками на клетки (септированы), называются многоклеточными, если же гифы не имеют перегородок (не септированы) – одноклеточными. Строение клеток грибов мало, чем отличается от строения других микроорганизмов. Клетки состоят из клеточной оболочки, цитоплазмы из одного, двух или нескольких ядер. Цитоплазма содержит вакуоли и различные включения.

Размножаются грибы вегетативно (отрезком мицелия; отдельными клетками мицелия – оидиями и почкованием). Однако основным способом размножения у грибов является образование особых спор: экзоспор (конидиеспор) и эндоспор (спорангиеспор). Конидиеспоры формируются на специальных гифах – конидиеносцах, спорангиеспоры образуются в спорангии, сидящих на конце гифы – спорангиеносцы. По характеру размножения, морфологическим и физиологическим признакам грибы делятся на несколько классов: хитридиомикеты, оомицеты, зигомицеты, аскомицеты и др. Многие хитридиомикеты – внутриклеточные паразиты растений. Некоторые из них поражают капустную рассаду (черная ножка), клубни картофеля (рак). Из оомицетов наиболее опасным паразитом является фитофтора (картофельный грипп), поражающая клубни и ботву картофеля, а не редко помидоры и баклажаны. Типичным представителем зигомицетов является мукор (Mucoraceae) – плесневый гриб с одноклеточным мицелием, широко распространенным в природе. Мукор встречается в почве на растительных материалах и пищевых продуктах. Мукоровые грибы имеют гифы с шарообразным спорангием на вершине, наполненным спорами.

Из аскомицетов наиболее распространенными являются плесневые грибы: *Penicillium* (зеленая плесень) и *Aspergillus* (лещинная плесень). В 60-70-х годах 19 в. русские врачи Манассеин и Полотебнов впервые установили лечебные свойства зеленой плесени. Основным микробиологическим объектом из грибов является представитель аскомицетов дрожжи (*Sacchromyces*). Дрожжи, в отличие от остальных грибов аскомицетов являются одноклеточными организмами, не образующими настоящего мицелия. Дрожжевая клетка имеет оболочку, цитоплазму, дифференцированное ядро, запасные вещества (гликоген, валютин, капли жира) и вакуоли.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гусев М.В. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов/М.В. Гусев, Л.А. Минеева. – 4-е изд., стер. – М.: Изд-кий центр "Академия", 2003. – 464 с.
2. Лысак В.В. Микробиология: Учеб. пособие/ В.В. Лысак. – Минск: БГУ-426 с.
3. Промышленная микробиология: Учеб. пособие для вузов по спец. "Микробиология" и "биология"/З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Высш. шк., 1989. – 688 с.
4. Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология: учебник для медицинских вузов. Изд-во СпецЛит. 2010. 772 с. ЭБС «КнигаФонд»

### **Тема: Действие факторов внешней среды на микроорганизмы**

#### *План:*

1. Введение
2. Физические факторы.
3. Химические факторы
4. Биологические факторы.

Развитие и жизнедеятельность микроорганизмов тесно связаны с окружающей средой. Проявление их деятельности зависит от изменения или особенностей этой среды.

Факторы внешней среды многочисленны и разнообразны. Обычно их разделяют на физические, химические и биологические.

### Физические факторы

К физическим факторам внешней среды, положительно или отрицательно влияющим на жизнедеятельность микроорганизмов, относятся: влажность среды, концентрация в ней растворенных веществ и ее осмотическое давление, температура, солнечный свет и различные формы лучистой энергии.

Влажность среды. Некоторые виды микробов весьма чувствительны к недостатку влаги. Например, нитрифицирующие и уксуснокислые бактерии после высушивания быстро отмирают. Другие, наоборот, могут сохраняться в высушенном состоянии в течение нескольких месяцев и даже лет (стафилококки, молочнокислые бактерии, дрожжи). Особенно устойчивы к высушиванию споры бактерий и плесневых грибов. Они могут сохраняться в высушенном состоянии десятки лет. Высушивание в вакууме при низкой температуре с последующим хранением в безвоздушной среде сохраняет жизнедеятельность микробов длительное время (лиофильная сушка). Этот метод широко используется для длительного хранения микробных культур. Так, некоторые безвредные бактерии (кокки) сохранялись в подобных условиях 25, а микобактерии — 17 лет.

В почве различные группы микроорганизмов наиболее интенсивно развиваются при влажности, близкой к 60% полной влагоемкости.

К наиболее влаголюбивым почвенным бактериям относятся азотфиксирующие (азотобактер и клубеньковые). Только при достаточной влажности в почве в их клетках могут осуществляться интенсивные биохимические процессы. При высушивании почвы микробиологическая активность понижается или полностью подавляется. Неспособность микроорганизмов развиваться в условиях недостаточной влажности используется для предохранения от порчи продуктов и кормов путем высушивания. Сушке подвергают мясо, рыбу, овощи, фрукты, молоко и другие продукты, а также сено.

Концентрация растворенных веществ в среде. В естественных условиях микроорганизмы живут в растворах с разной концентрацией растворенных веществ, а следовательно, и с неодинаковым осмотическим давлением. Многие микробы очень чувствительны к изменению привычной концентрации и связанного с ней осмотического давления субстрата.

Повышение концентрации солей в среде выше определенного предела нарушает нормальный обмен веществ между клеткой и внешней средой. В этом случае вода выходит из клетки, цитоплазма отходит от клеточной оболочки (плазмолиз), поступление в клетку питательных веществ приостанавливается. В таком состоянии микроорганизмы довольно быстро погибают и лишь некоторые способны длительно сохраняться. Так, существуют бактерии, которые адаптировались к высоким концентрациям солей (около 29%). Эти бактерии называют галофильными («любящими» соль).

Губительное действие высоких концентраций солей на микроорганизмы нашло применение и в практической деятельности человека. Оно лежит в основе консервирования многих пищевых продуктов (мясо, рыба) в крепких растворах соли. Большинство гнилостных бактерий прекращает развитие уже при 5—10%-ной концентрации NaCl в среде (*Proteus vulgaris*, *Bacillus mesentericus*). Однако для получения более надежных результатов употребляют более концентрированные растворы поваренной соли — 20—30 %.

Для создания высокого осмотического давления в жидкости, кроме хлористого натрия, широко используют сахара, но в концентрациях не превышающих 70%.

Температура. Температура среды — один из важнейших факторов, влияющих на жизнь микробов. Каждый вид микроорганизмов может развиваться лишь в определенных пределах температуры. Самая низкая температура, при которой они могут развиваться, называется минимальной, самая высокая, при которой микроорганизмы еще развиваются, — максимальной; температура

наиболее активного развития называется оптимальной. Эти три температурные точки, определяющие развитие микроорганизмов, принято называть кардинальными.

По отношению к температуре микроорганизмы обычно подразделяются на три группы: психрофильные, мезофильные и термофильные.

К психрофильным (греч. *psichrio* — холодный, *phileo* — люблю) относятся микроорганизмы, приспособившиеся к развитию при низкой температуре. Это плесневые грибы, светящиеся бактерии, бактерии холодных водоемов, ледников и т. п. Для них минимальная температура составляет от 0 до 10°C, оптимальная — около 10°C и максимальная 20—30°C. Некоторые виды способны расти даже при температуре ниже 0°C.

Вообще к низким температурам микроорганизмы малочувствительны. Ряд исследователей доказали, что бактерии сохраняют жизнеспособность после обработки их в течение нескольких часов жидким воздухом (—182, — 100°C) или даже жидким водородом. (—252°C). Низкие температуры приостанавливают жизнедеятельность микроорганизмов, поэтому предупреждают порчу охлажденных мяса, рыбы, масла, молока и других продуктов.

Повторное замораживание после оттаивания губительно действует на микробы.

Психрофильные бактерии спор не образуют.

Мезофильные бактерии (греч. *mesos* — средний) развиваются при средних температурах. К ним относятся большинство сапрофитов и все патогенные микробы. Для них температурный минимум лежит в пределах 0-10 °C, оптимум 25-35°C и максимум 40-50°C

Термофильные бактерии (греч. *termos* — горячий) развиваются при сравнительно высокой температуре. Температурный оптимум 50—60°C

Термофильные микроорганизмы распространены в горячих минеральных водах и принимают деятельное участие в процессах самосогревания навоза, силоса, влажного зерна.

Высокие температуры вызывают гибель микробной клетки в результате свертывания (коагуляции) белков цитоплазмы и инактивации, ферментов. Большинство бесспорных бактерий гибнут при нагревании до 60— 70°C в течение 15—30 мин, а при нагревании до 80—100°C за время от нескольких секунд до 1—3 мин. Во влажной среде бактерии при высокой температуре гибнут скорее, чем в сухой, так как пар способствует быстрой коагуляции белка. Споры многих бактерий выдерживают нагревание до 100°C в течение нескольких часов. Даже наиболее устойчивые споры во влажной среде при 120°C погибают через 20—30 мин, а при действии сухого жара (160—170°C) —спустя 1—2 ч.

На губительном действии высоких температур основаны два способа уничтожения бактерий: пастеризация и стерилизация.

При пастеризации жидкость нагревают до 60— 70°C в течение 20—30 мин. или до 70—80°C в течение 5—10 мин, при этом погибают только вегетативные формы бактерий. Пастеризацию применяют преимущественно для сохранения молока, вина, икры, фруктовых соков и некоторых других продуктов.

Под стерилизацией подразумевают освобождение какого-либо предмета или вещества от всех живых существ. Это достигается нагреванием до 100—130°C в течение 20—40 мин; при этом уничтожаются даже споры бацилл.

Влияние света. Прямой солнечный свет убивает почти все виды бактерий, за исключением пурпурных и фотобактерий. Под действием прямых солнечных лучей бактерии гибнут за несколько минут или часов губительное действие солнечного света на микробы обусловлено находящимися в нем ультрафиолетовыми лучами. После проникновения в клетку они, адсорбируясь жизненно важными частями, белками и нуклеиновыми кислотами, вызывают, фотохимические и окислительные процессы, убивающий микроорганизмы.

Ультрафиолетовые лучи уничтожают через несколько минут и вегетативные формы и споры.

В биологическом отношении наиболее интересны ультрафиолетовые лучи с длиной волны от 280 до 330 нм. Они обладают выраженным бактериостатическим и бактерицидным действием. В зависимости от дозы облучения и вида микроорганизма действие ультрафиолетовых лучей может быть летальным или мутагенным. Лампы, испускающие ультрафиолетовые лучи с



длиной волны 254 нм, широко применяют для стерилизации посуды, дезинфекции воздуха в больницах и операционных, в школах, в борьбе с долгоносиком, поражающим зерно. Ультрафиолетовые лучи используются и для стерилизации воды, молока, материалов, разрушающихся при действии высоких температур.

Влияние радиации, рентгеновского излучения и электричества. Лучи радия и Рентгена в малых дозах и при непродолжительном действии стимулируют размножение некоторых микробов, в больших же дозах убивают их. Электрический ток высокой частоты приводит к гибели микроорганизмов. Особенно сильное действие на них оказывают токи ультравысокой частоты.

Влияние механических сотрясений к высоким давлений. Механические воздействия (сильные и частые толчки) уничтожают большинство микробов. Встряхивание в шюттель-аппарате с песком или со стеклянными бусами резко уменьшает число жизнеспособных бактерий. Самоочищение водоемов от микроорганизмов частично происходит вследствие движения воды в реках и ручьях.

Высокие давления слабо влияют на микроорганизмы, отдельные виды бактерий могут нормально жить и размножаться в морях на глубине 9 км, где давление достигает 9000 атм. Некоторые виды дрожжей, плесневых грибов и бактерий переносят давление в 10000 атмосфер, т.е. давление в 10 т. на 1 см<sup>2</sup>.

### **Химические факторы**

К химическим факторам, оказывающим влияние на жизнедеятельность микроорганизмов, относятся: состав и реакция среды, окислительно-восстановительные условия среды.

Состав среды. Химические соединения могут быть полезными для микроорганизмов и, использоваться как питательные вещества или вредными — антимикробными (бактерицидными), которые угнетают или убивают микроорганизмы. Антимикробные вещества по своей химической структуре могут быть отнесены к нескольким группам. В практике используются разнообразные химические и биологические ядовитые вещества для уничтожения микроорганизмов при дезинфекции. При этом применяют как неорганические, так и органические соединения. Степень токсичности этих веществ зависит от их концентрации, от температуры раствора, продолжительности действия, а также от вида микроорганизмов. Слабые растворы усиливают жизнедеятельность микробов. Более сильные растворы убивают микроорганизмы лишь в вегетативной стадии, очень концентрированные уничтожают и споры. Чувствительность различных микробов к одному и тому же химическому соединению неодинакова. Некоторые вещества оказывают вредное действие на одни группы микроорганизмов и являются безвредными для других.

Из неорганических веществ наиболее ядовиты для микроорганизмов соли тяжелых металлов (ртути, меди, серебра). При их концентрации 1:1000 большинство бактерий погибает в течение нескольких минут. Бактерицидное действие оказывают хлор, йод, перекись водорода, марганцовокислый калий. Из минеральных кислот этими свойствами обладают сернистая, борная и некоторые другие кислоты.

Сильными ядами для микробов являются фенол (карболовая кислота), креозол, формалин. В различной степени токсичны спирты и некоторые органические кислоты (салициловая, масляная, уксусная, бензойная).

Природа действия ядовитых веществ, проникающих в клетку, различна. Так, соли тяжелых металлов, спирты, фенолы свертывают белковые вещества цитоплазмы; кислоты и щелочи гидролизуют белки; влияние хлора, озона, перекиси водорода связано с окислительными процессами в цитоплазме. Многие яды инактивируют ферменты. Таким образом, нарушается структура клетки, прекращается обмен веществ, и клетка погибает. Дезинфицирующие вещества, обычно применяют в водных растворах, что облегчает их проникновение в микробную клетку.

Дезинфицируют животноводческие помещения, зернохранилища, предметы ухода за животными, спецодежду и т. д. Кроме того, растворы, содержащие медь, цинк и железо, часто используют для опрыскивания садов в борьбе с грибными и бактериальными заболеваниями растений.

На губительном влиянии антисептиков на бактерии основано также копчение мяса и рыбы, во время которого продукт пропитывается дымом, содержащим летучие соединения, в частности формальдегид, фенолы, смолы.

Реакция среды. Реакция среды является существенным химическим фактором, влияющим на жизнедеятельность микроорганизмов. Кислотность среды выражается символом pH. Величина pH для нейтральной среды равна 7,0, для кислой — 0-6,0 и щелочной — 8,0-14,0. Отношение микробов к реакции среды очень разнообразно. Если одни могут развиваться в широких пределах величины pH, то для развития других микроорганизмов колебания pH должны быть незначительны.

Для многих плесневых грибов и дрожжей наиболее благоприятна среда с pH 3,0-6,0; большинство бактерий лучше развивается в нейтральной или слабощелочной среде (7,0-7,5). Очень кислая реакция на бактерии действует губительно. Исключение представляют бактерии, которые сами образуют кислоты (уксуснокислые, молочнокислые, лимоннокислые и маслянокислые).

Микроорганизмы, живущие в почве или водоемах, встречаются со значительным колебанием pH, поэтому они приспособились к широкому диапазону значений pH. И, наоборот, патогенные микроорганизмы, живущие в теле человека или животного, могут развиваться в сравнительно узком диапазоне pH.

### **Биологические факторы**

К биологическим факторам, влияющим на жизнедеятельность микроорганизмов, относятся различные их взаимоотношения как с другими видами микроорганизмов, так и с иными организмами окружающей среды. Эти взаимоотношения могут носить симбиотический, антагонистический или паразитический характер.

*Симбиозом* называется такое сожительство, при котором один вид поддерживает развитие другого вида, т. е. оба вида-симбионта получают взаимную пользу.

Примером симбиоза могут служить взаимоотношения между некоторыми молочнокислыми бактериями и дрожжами (молочнокислые бактерии, продуцируя молочную кислоту, создают условия, благоприятные для роста дрожжей, а продукты жизнедеятельности дрожжей — витамины стимулируют развитие молочнокислых бактерий), азотфиксирующими микробами и целлюлозоразлагающими бактериями, сожительство аэробов, поглощающих кислород, с анаэробами и др. Подобного рода взаимоотношения часто наблюдаются между микроорганизмами и растениями (например, симбиоз клубеньковых бактерий с бобовыми растениями, микориза — сожительство различных грибов с корнями растений), а также между микробами и животными.

Взаимоотношения симбиотического характера чаще всего проявляются в виде метабиоза, когда продукты жизнедеятельности одних видов микробов представляют собой пищу для развития других видов. Микроорганизмы тесно связаны с микроорганизмами: растениями, животными, человеком. Воздействие на микроорганизмы — неотъемлемую часть биосферы позволяет добиться глобального влияния на всю нашу планету Земля.

Например, сапрофиты расщепляют натуральные белки до пептонов, аминокислот и других, более простых соединений. А эти продукты служат исходным материалом для нитрифицирующих бактерий, которые переводят аммиачные соли в азотистую, а затем в азотную кислоту.

Дрожжи превращают сахара в этиловый спирт, а уксуснокислые бактерии окисляют его в уксусную кислоту. Эта форма взаимоотношений распространена среди почвенных микробов и лежит в основе круговорота веществ в природе.

Комменсализм — когда одни микробы-симбионты питаются за счет макроорганизмов, причем последние не терпят от этого сожительства особого вреда или ущерба.

Примером комменсализма может служить обитание многих сапрофитов в кишечнике (кишечная палочка), на поверхности кожи (кокковые формы) животных и человека.

Мутуализм — симбиоз микро- и макроорганизма, выгодный для обоих. Примером мутуализма считается макрофлора преджелудков (рубца) жвачных животных, гидролизующая клетчатку и синтезирующая некоторые витамины и аминокислоты, и сожительство клубеньковых бактерий с бобовыми растениями.

К антагонистическим взаимоотношениям относятся антагонизм, или антибиоз, и паразитизм.

*Антагонизм* — это такие взаимоотношения, при которых один вид микроба не может развиваться в присутствии другого. Губительное действие микроорганизмов-антагонистов связано с накоплением ими в среде продуктов жизнедеятельности или с выделением в нее определенных биологически активных веществ — антибиотиков.

В результате такого неблагоприятного воздействия жизнедеятельность одного из видов ослабляется или он погибает.

Молочнокислые бактерии являются антагонистами гнилостных бактерий, так как молочная кислота тормозит развитие последних. Обыкновенная почвенная микрофлора угнетает болезнетворные для человека микроорганизмы.

Антагонизм наблюдается также между растениями и микроорганизмами. Растения вырабатывают вещества, токсичные для бактерий, грибов и простейших. Эти вещества обладают различными свойствами и неодинаковы по химической природе, силе действия и т. д. Впервые они выявлены советским ботаником В. П. Токиным в 1928 г. и названы фитонцидами (phyton — «растение» и лат. caedo — «убиваю»). Фитонциды многих растений обладают бактерицидными свойствами, т. е. могут убивать бактерии. Фитонциды других растений отличаются бактериостатическими свойствами, они только задерживают рост и размножение микробов. Такие вещества создают естественный иммунитет растений к различным инфекционным и паразитным заболеваниям. Большинство растений выделяет в атмосферу летучие соединения, замедляющие рост и размножение микроорганизмов или убивающие их. Поэтому воздух в сосновых борах и кедровых лесах почти полностью свободен от микроорганизмов. Наиболее резко бактерицидность выражена у фитонцидов, обильно выделяемых чесноком, луком, редькой, горчицей, листьями березы, тополя, дуба, иглами сосны, ели и пихты.

К фитонцидам относятся весьма различные вещества: эфирные масла, альдегиды, алкалоиды, фенолы и т.д. Их можно использовать для дезинфекции почвы. Выращивание фитонцидных растений освобождает почву от возбудителей болезней. Так, посевы вики и клевера способствуют очищению почвы от возбудителя сибирской язвы.

*Паразитизм* — форма отношения между двумя организмами разных видов, один из которых (паразит) использует другого (хозяина) как источник питания, чем причиняет ему вред или приводит к его гибели. Примером паразитизма могут служить взаимоотношения бактерий с соответствующими видами бактериофагов, являющимися для первых паразитами.

Одно из проявлений паразитизма микроорганизмов у животных, растений и человека называется инфекцией (лат. infectio — заражение). Под этим термином подразумевают совокупность биологических процессов, происходящих в макроорганизме при внедрении в него патогенных микробов.

Инфекционные болезни отличаются от других заболеваний тем, что они вызываются живыми возбудителями и характеризуются заразностью, наличием скрытого периода, специфическими реакциями организма на возбудителя и выработкой иммунитета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев М.В. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов/М.В. Гусев, Л.А. Минеева. - 4-е изд., стер. - М.: Изд-кий центр "Академия", 2003. - 464 с.
2. Лысак В.В. Микробиология: Учеб. пособие/ В.В. Лысак.- Минск: БГУ-426 с.
3. Промышленная микробиология: Учеб. пособие для вузов по спец. "Микробиология" и "биология"/З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н.С. Егорова. - М.: Высш. шк., 1989. - 688 с.
4. Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология: учебник для медицинских вузов. Изд-во СпецЛит. 2010. 772 с. ЭБС «КнигаФонд»

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

В рабочую программу по дисциплине «Генетика микроорганизмов» по направлению  
подготовки 06.03.01 Биология

№	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Ю. Паритов

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>до 70баллов</b>	<b>до 23б.</b>	<b>до 23б</b>	<b>до 24б</b>
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б